

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
11 DE 35 00 182 A 1

21 Aktenzeichen: P 35 00 182.8  
22 Anmeldetag: 4. 1. 85  
23 Offenlegungstag: 10. 7. 86

51 Int. Cl. 4:  
H 03 K 3/53  
H 01 S 3/097  
G 01 S 7/28  
H 03 L 1/00

Behördeneigentum

DE 3500182 A 1

71 Anmelder:

Special'noe konstruktorskoe bjuro Akademii Nauk  
Estonskoj SSR, Tallin, SU

74 Vertreter:

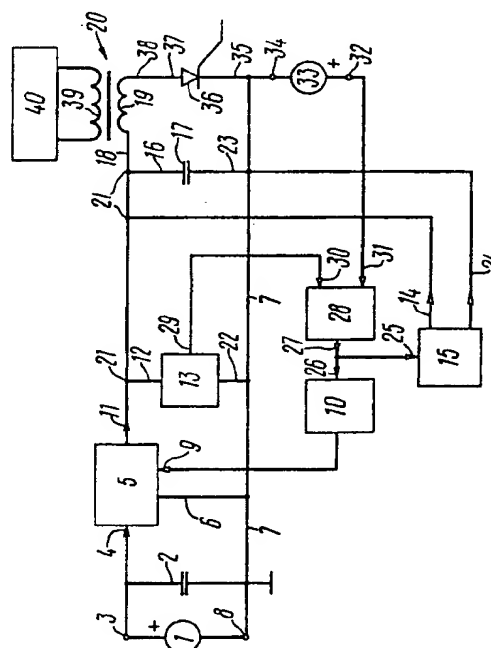
Beetz sen., R., Dipl.-Ing.; Beetz jun., R., Dipl.-Ing.  
Dr.-Ing.; Timpe, W., Dr.-Ing.; Siegfried, J., Dipl.-Ing.;  
Schmitt-Fumian, W., Privatdozent, Dipl.-Chem.  
Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000 München

72 Erfinder:

Raik, Jurij Bernchardovič; Klementi, Toe  
Iochannesovič; Rodes, Ervin Chugovič; Usai, Uudo  
Juliusovič, Tallin, SU

54 Impulsgenerator für Impulslaser mit elektrischer Entladung

Die Erfindung betrifft einen Impulsgenerator für Impulslaser mit elektrischer Entladung. Er umfaßt eine Gleichspannungsquelle (1), mit der ein Pufferkondensator (2) und eine Baueinheit (5) zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden sind. An dieser liegen parallel geschaltet ein Spannungsteiler (13), der mit einem Schwellenwert-Flipflop (28) verbunden ist, ein Verzögerungselement (17), das mit einem Impulsübertrager (20) verbunden ist, und eine Leckstrom-Kompensationsschaltung (15). Das Schwellenwert-Flipflop (28) ist mit einer Referenzspannungsquelle (33), mit der Leckstrom-Kompensationsschaltung (15) und mit einem Impulsformer (10) verbunden, der an die Baueinheit (5) zur gesteuerten oszillierenden Aufladung angeschlossen ist. Mit dem Impulsübertrager (20) ist ein Startschalter (36) verbunden.



DE 3500182 A 1

**BEETZ & PARTNER**  
Steinsdorfstr. 10 · D-8000 München 22  
Telefon (089) 22 72 01 - 22 72 44 - 29 59 10  
Telex 522 048 - Telegramm Allpat München

530-37.131P

**Patentanwälte**  
European Patent Attorneys

Dipl.-Ing. R. BEETZ sen.  
Dr.-Ing. R. BEETZ jun.  
Dr.-Ing. W. TIMPE  
Dipl.-Ing. J. SIEGFRIED  
Priv.-Doz. Dipl.-Chem. Dr. rer. nat. W. SCHMITT-FUMIAN  
Dipl.-Ing. K. LAMPRECHT † 1981

3500182

4. Jan. 1985

### Patentansprüche

- ①. Impulsgenerator für Impulslaser mit elektrischer Entladung
- mit
- einer Gleichspannungsquelle (1), deren Erdanschluß (6) mit der gemeinsamen Schiene (7) verbunden ist,
  - einem parallel zur Gleichspannungsquelle (1) liegenden Pufferkondensator (2),
  - einer Baueinheit (5) zur gesteuerten oszillierenden Aufladung, deren Eingang (4) mit dem Plusanschluß (3) der Gleichspannungsquelle (1) verbunden ist,
  - einem Verzögerungselement (17), von dem ein Anschluß mit der gemeinsamen Schiene (7) und der andere Anschluß (16) mit dem Ausgang (11) der Baueinheit (5) zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden sind,
  - einem parallel zum Verzögerungselement (17) liegenden Spannungsteiler (13),
  - einen Impulsübertrager (20), bei dem ein Anschluß (18) der Primärwicklung (19) mit dem Ausgang (11) der Baueinheit (15) zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden ist, und an die Sekundärwicklung (39) eine Last (40) angeschlossen ist,

530-P95334-E-61-SF-Bk

ORIGINAL INSPECTED

- einem Startschalter (36), der einen Steuereingang aufweist und bei dem ein Anschluß (37) an den anderen Anschluß (38) der Primärwicklung (19) des Impulsübertragers (20) angeschlossen ist, während der andere Anschluß (35) mit der Gerätemasse (7) verbunden ist,
- einer Referenzspannungsquelle (33), deren Minusananschluß (34) mit der Gerätemasse (7) verbunden ist,
- einem Schwellenwert-Flipflop (28), bei dem der Vergleichseingang (30) mit dem Mittelanschluß (29) des Spannungsteilers (13) verbunden und der andere Eingang (31) an den Plusanschluß (32) der Referenzspannungsquelle (33) angeschlossen sind, sowie
- einem Impulsformer (10), dessen Eingang (26) am Ausgang (27) des Schwellenwert-Flipflops (28) liegt, und dessen Ausgang mit dem Steuereingang (9) der Baueinheit (5) zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden ist,

g e k e n n z e i c h n e t     d u r c h

eine Leckstrom-Kompensationsschaltung (15), deren Steuereingang (25) an den Ausgang (27) des Schwellenwert-Flipflops (28) angeschlossen ist, und deren Ausgangsanschlüsse (14, 24) parallel zum Verzögerungselement (17) geschaltet sind.

2. Impulsgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leckstrom-Kompensationsschaltung (15) eine gesteuerte Stromquelle ist.
3. Impulsgenerator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Leckstrom-Kompensationsschaltung (15) eine Reihenschaltung aus

- einer Kompensations-Gleichspannungsquelle (41),
- einem gesteuerten Schalter (44), dessen Steuereingang als Steuereingang (25) der Leckstrom-Kompensationsschaltung (15) dient, und
- einem Strombegrenzer (48) aufweist.

4. Impulsgenerator nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch eine Leckstrom-Kompensationsschaltung (15) mit

- einer Kompensations-Wechselspannungsquelle (49), bei der an einem Anschluß (50) ein Anschluß (51) eines Symistors (52) liegt,
- einer Einrichtung (59) zur Impulsauslösung, deren Eingang als Steuereingang (25) der Leckstrom-Kompensationsschaltung (15) dient und deren Ausgangsanschluß (61) am Steuereingang (62) des Symistors (52) liegt,
- einem Gleichrichter (55), dessen Eingänge (54, 56) an den anderen Anschluß (53) der Kompensations-Wechselspannungsquelle (49) bzw an den anderen Anschluß (57) des Symistors (52) geschaltet sind, und
- einem Widerstand (70), der am Plusausgang (68) des Gleichrichters (55) liegt.

5. Impulsgenerator nach Anspruch 4, gekennzeichnet durch einen Spannungsteiler (13) mit

- einem Widerstand (78), bei dem ein Anschluß (79) mit einem Ausgangsanschluß (14) der Leckstrom-Kompensationsschaltung (15) verbunden ist,
- einem optischen Bauelement (80) zur galvanischen Trennung, bei dem ein Eingangsanschluß (81) mit

dem anderen Anschluß des Widerstands (78) und der andere Eingangsanschluß (82) mit dem anderen Ausgangsanschluß (24) der Leckstrom-Kompensations-schaltung (15) verbunden sind,

und

- einem Anpassungsverstärker (85), dessen Eingang an den Ausgangsanschlüssen (83, 84) des optischen Bauelements (80) liegt, und dessen Ausgang (86) an den Vergleichseingang (30) des Schwellenwert-Flipflops (28) angeschlossen ist.

6. Impulsgenerator nach Anspruch 5, gekennzeichnet durch einen Optokoppler als optisches Bauelement (80) zur galvanischen Trennung im Spannungsteiler (13), wobei die Gleichspannungsquelle eine eisenlose Drehstrom-Brückenschaltung ist.

Spetsialnoe konstruktorskoe bjuro  
Akademii Nauk Estonskoi SSR  
Tallin, UdSSR

-----

### Impulsgenerator für Impulslaser mit elektrischer Entladung

Die Erfindung bezieht sich auf einen Impulsgenerator für Impulslaser mit elektrischer Entladung, die insbesondere in der Radartechnik günstig einsetzbar sind.

Aus der GB-PS 1 107 127 ist bereits eine Einrichtung zur Erzeugung von Impulsen mit stabiler Amplitude bekannt, die für Radaranlagen bestimmt ist und einen Einweggleichrichter enthält, an den ein Verzögerungselement und ein Überbrückungsmittel mit einem Vorwiderstand und einer mit ihm in Reihe liegenden Regel-Elektronenröhre parallel geschaltet sind, wobei das Steuergitter der Regelröhre über einen Widerstand an die Plusklemme des Einweggleichrichters angeschlossen ist. Außerdem enthält diese bekannte Einrichtung eine zur Erzeugung einer stabilisierten negativen Spannung bestimmte Spannungsquelle, die über einen anderen Widerstand mit dem Gitter der Regelröhre verbunden ist.

530-P95334-E-61-SF-Bk

Bei dieser Einrichtung ist aber zur Stabilisierung der Ausgangsimpulsamplitude ein höherer Energieverbrauch erforderlich, als für die Erzielung der vorgegebenen Amplitude der Ausgangsimpulse notwendig wäre, da die Stabilität dieser Impulse unter Verlust eines Teils der Energie am Überbrückungsmittel erreicht wird, wodurch der Wirkungsgrad stark herabgesetzt wird. Diese Einrichtung ist daher für Leistungs-Impulslaser mit elektrischer Entladung nur begrenzt anwendbar.

Es ist ferner ein Gerät zur Speisung von Impulslasern mit elektrischer Entladung bekannt (vgl. zB Hlubucek V., "Low-loss Voltage Pulse Power Sources for Magnetrons and Lasers", "Tesla Electronics" 1 (1979) 13-21), das folgende Baueinheiten enthält: Eine Gleichspannungsquelle, deren Erdanschluß mit der Gerätemasse verbunden ist, einen parallel dazu liegenden Pufferkondensator; eine Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung, deren Eingang mit dem Plusanschluß der Gleichspannungsquelle verbunden ist; ein Verzögerungselement, bei dem ein Anschluß mit der Gerätemasse und der andere Anschluß mit dem Ausgang der Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden sind; einen parallel zum Verzögerungselement liegenden Spannungsteiler; einen Impulsübertrager, bei dem ein Anschluß der Primärwicklung mit dem Ausgang der Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden ist, und an die Sekundärwicklung eine Last angeschlossen ist; einen Startschalter, der einen Steuereingang aufweist, und von dem ein Anschluß mit dem anderen Anschluß der Primärwicklung des Impulsübertragers verbunden ist, wobei der andere Anschluß an die gemeinsame Schiene geschaltet ist;

eine Referenzspannungsquelle, deren Minusanschluß mit der Gerätemasse verbunden ist; ein Schwellenwert-Flipflop, bei dem der Vergleichseingang mit dem Mittelschluß des Spannungsteilers und der andere Eingang mit dem Plusanschluß der Referenzspannungsquelle verbunden sind sowie einen Impulsformer, dessen Eingang am Ausgang des Schwellenwert-Flipflops liegt, und dessen Ausgang an den Steuereingang der Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung angeschlossen ist.

Bei diesem Impulsgenerator hat jedoch das Verzögerungselement bei niedrigen Frequenzen genug Zeit zur Entladung durch Leckströme. Dies führt zu einer Abhängigkeit der Spannung an diesem Element von der Frequenz, dh zu einer instabilen Amplitude der Ausgangsimpulse, was ferner auch die Verwendung dieses Impulsgenerators für den Einzelimpulsbetrieb ausschließt.

Außerdem sind die Schwachstromkreise dieses Impulsgenerators mit der Gerätemasse verbunden, was ein größeres Gewicht und größere Abmessungen des Impulsgenerators zur Folge hat.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen für Impulslaser mit elektrischer Entladung bestimmten Impulsgenerator mit einer zusätzlichen Baueinheit anzugeben, die es ermöglicht, eine größere Stabilität der Ausgangsimpulse bei niedrigen Folgefrequenzen zu erreichen, und der für Einzelimpulsbetrieb verwendbar ist und dabei geringeres Gewicht und kleinere Abmessungen als herkömmliche Impulsgeneratoren aufweist.



Die Aufgabe wird anspruchsgemäß gelöst.

Der erfindungsgemäße Impulsgenerator für Impulslaser mit elektrischer Entladung umfaßt:

- Eine Gleichspannungsquelle, deren Erdanschluß mit der Gerätemasse (gemeinsame Schiene, nicht notwendig auf Erdpotential) verbunden ist;
- einen parallel zur Gleichspannungsquelle liegenden Pufferkondensator;
- eine Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung, deren Eingang mit dem Plusanschluß der Gleichspannungsquelle verbunden ist;
- ein Verzögerungselement, von dem ein Anschluß mit der Gerätemasse und der andere Anschluß mit dem Ausgang der Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden sind,
- einen parallel zum Verzögerungselement liegenden Spannungsteiler;
- einen Impulsübertrager, bei dem ein Anschluß der Primärwicklung mit dem Ausgang der Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden ist, und an die Sekundärwicklung eine Last angeschlossen ist;
- einen Startschalter, der einen Steuereingang aufweist, und bei dem ein Anschluß an den anderen Anschluß der Primärwicklung des Impulsübertragers geschaltet und der andere Anschluß mit der Gerätemasse verbunden sind;
- eine Referenzspannungsquelle, deren Minusanschluß mit der Gerätemasse verbunden ist;

- ein Schwellenwert-Flipflop, bei dem der Vergleichseingang mit dem Mittelanschluß des Spannungsteilers verbunden und der andere Eingang an den Plusanschluß der Referenzspannungsquelle angeschlossen sind, sowie

- einen Impulsformer, dessen Eingang am Ausgang des Schwellenwert-Flipflops liegt, und dessen Ausgang mit dem Steuereingang der Baueinheit zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden ist; er ist dadurch gekennzeichnet, daß er erfindungsgemäß mit einer Leckstrom-Kompensationsschaltung versehen ist, deren Steuereingang an den Ausgang des Schwellenwert-Flipflops angeschlossen ist, und deren Ausgangsanschlüsse parallel zum Verzögerungselement geschaltet sind.

Die Leckstrom-Kompensationsschaltung ist vorteilhaft als gesteuerte Stromquelle ausgebildet.

Die Leckstrom-Kompensationsschaltung des Speisegerätes enthält erfindungsgemäß vorzugsweise eine Reihenschaltung aus einer Kompensations-Gleichspannungsquelle, einem gesteuerten Schalter, dessen Steuereingang als Steuereingang der Leckstrom-Kompensationsschaltung dient, und einem Strombegrenzer.

Es ist ferner günstig, daß die Leckstrom-Kompensationsschaltung des Impulsgenerators eine Kompensations-Wechselspannungsquelle, bei der an einem Anschluß ein Symistor angeschlossen ist, eine Einrichtung zur Impulsauslösung, deren Eingang als Steuereingang der Leckstrom-Kompensationsschaltung dient und deren Ausgangsanschluß an den Steuereingang des Symistors geschaltet ist, einen Gleichrichter, dessen Eingänge an den anderen Anschluß der Kompensations-Wechselspannungsquelle bzw an den

anderen Anschluß des Symistors angeschlossen sind, sowie einen Widerstand aufweist, der an den Plusausgang des Gleichrichters geschaltet ist.

Der Spannungsteiler des Impulsgenerators umfaßt bevorzugt einen Widerstand, bei dem ein Anschluß mit einem Ausgangsanschluß der Leckstrom-Kompensationsschaltung verbunden ist, ein optisches Bauelement zur galvanischen Trennung, bei dem ein Eingangsanschluß mit dem anderen Anschluß des Widerstands und der andere Eingangsanschluß mit dem anderen Ausgangsanschluß der Leckstrom-Kompensationsschaltung verbunden sind, sowie einen Ausgangsverstärker, dessen Eingang an die Ausgangsanschlüsse des optischen Bauelements zur galvanischen Trennung geschaltet ist, und dessen Ausgang mit dem Vergleichseingang des Schwellenwert-Flipflops verbunden ist.

Es ist technisch vorteilhaft, als optisches Bauelement zur galvanischen Trennung im Spannungsteiler des Impulsgenerators einen Optokoppler (Diodenoptron) zu verwenden, wobei die Gleichspannungsquelle als eisenlose Drehstrombrückenschaltung aufgebaut wird.

Der erfindungsgemäße Impulsgenerator liefert eine stabilere Ausgangsimpulsamplitude und ermöglicht ferner den Betrieb in einem breiten Folgefrequenzbereich von Ausgangsimpulsen auch bei niedrigen und sehr niedrigen Frequenzen sowie den Einzelimpulsbetrieb ohne irgendwelche zusätzliche Maßnahmen.

Dabei ist gleichzeitig die Trennung der Schwachstromkreise des Impulsgenerators von der Gerätemasse

gewährleistet; außerdem sind Gewicht und Abmessungen verringert.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezug auf die Zeichnung näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1: Ein Prinzipschaltbild des erfindungsgemäßen Impulsgenerators für Impulslaser mit elektrischer Entladung;

Fig. 2: Ein Prinzipschaltbild des erfindungsgemäßen Impulsgenerators mit einer Kompensations-Gleichspannungsquelle in der Leckstrom-Kompensationsschaltung;

Fig. 3: Ein Prinzipschaltbild des erfindungsgemäßen Impulsgenerators mit einer Kompensations-Wechselspannungsquelle in der Leckstrom-Kompensationsschaltung;

Fig. 4: Ein Prinzipschaltbild des erfindungsgemäßen Impulsgenerators nach Fig. 1 mit einer eisenlosen Drehstrombrückenschaltung und

Fig. 5a, b, c: Signaldiagramme zur Erläuterung des Betriebs des Impulsgenerators gemäß der Erfindung.

Der für Impulslaser mit elektrischer Entladung bestimmte Impulsgenerator enthält eine Gleichspannungsquelle 1 (Fig. 1), an die ein Pufferkondensator 2 parallel angeschlossen ist. Am Plusanschluß 3 der Gleichspannungsquelle 1 liegt der Eingang 4 einer Baueinheit 5 zur gesteuerten oszillierenden Aufladung, deren Erdanschluß 6 mit der Gerätemasse 7 verbunden ist.

Der Minusanschluß 8 der Gleichspannungsquelle 1 ist mit dieser Gerätemasse 7 verbunden. An den Steuereingang 9 der Baueinheit 5 ist ein Impulsformer 10 angeschlossen. Der Ausgang 11 der Baueinheit 5, ein Eingangsanschluß 12 eines Spannungsteilers 13, ein Ausgangsanschluß 14 einer Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 (die als gesteuerte Stromquelle realisiert ist), ein Anschluß 16 eines Verzögerungselements 17 (im vorliegenden Fall ein Speicherkondensator) und ein Anschluß 18 der Primärwicklung 19 eines Impulsübertragers 20 sind im Verbindungspunkt 21 zusammengeschaltet. Der andere Eingangsanschluß 22 des Spannungsteilers 13, der andere Anschluß 23 des Speicherkondensators 17 und der Ausgangsanschluß 24 der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 liegen an der Gerätemasse 7. Der Steuereingang 25 der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 und der Eingang 26 des Impulsformers 10 sind an den Ausgang 27 eines Schwellenwert-Flipflops 28 angeschlossen. Der Mittelanschluß 29 des Spannungsteilers 13 ist mit dem Vergleichseingang 30 des Schwellenwert-Flipflops 28 verbunden.

An den anderen Eingang 31 des Schwellenwert-Flipflops 28 ist der Plusanschluß 32 einer Referenzspannungsquelle 33 angeschlossen. Der Minusanschluß 34 und der Kathodenanschluß 35 eines Startschalters 36 (im vorliegenden Fall ein Thyristor) sind mit der Gerätemasse 7 verbunden. Der Anodenanschluß 37 des Thyristors 36 ist an den anderen Anschluß 38 der Wicklung 19 des Impulsübertragers 20 angeschlossen. An der Sekundärwicklung 39 des Impulsübertragers 20 liegt eine Last 40 (im vorliegenden Fall ein Impulslaser mit elektrischer Entladung).

Nach einer anderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Impulsgenerators, die in Fig. 2 dargestellt ist,

enthält die Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 eine Kompensations-Gleichspannungsquelle 41, an deren Plusanschluß 42 ein Anschluß 43 eines gesteuerten Schalters 44 liegt. An den Minusanschluß 45 der Gleichspannungsquelle 41 ist der Ausgangsanschluß 24 der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 angeschlossen. Der andere Anschluß 46 des Schalters 44 ist mit einem Anschluß 47 eines Strombegrenzers 48 (im folgenden als Widerstand bezeichnet) verbunden, dessen anderer Anschluß als Ausgangsanschluß 14 der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 dient. Der Steuereingang des Schalters 44 dient als Steuereingang 25 der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform des erfindungsgemäßen Impulsgenerators, die in Fig. 3 dargestellt ist, enthält die Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 eine Kompensations-Wechselspannungsquelle 49, bei der an einen Anschluß 50 ein Anschluß 51 des Symistors 52 liegt, wobei an den anderen Anschluß 53 ein Eingang 54 eines Gleichrichters 55 angeschlossen ist. Der andere Eingang 56 des Gleichrichters 55, der andere Anschluß 57 des Symistors 52 und ein Ausgangsanschluß 58 einer Einrichtung 59 zur Impulsauslösung sind im Verbindungspunkt 60 zusammengeschaltet. Der andere Ausgangsanschluß 61 der Einrichtung 59 liegt am Steuereingang 62 des Symistors 52. Der Gleichrichter 55 enthält einen Transformator 63, an dessen Anschlüsse der Primärwicklung 64 als Eingänge 54 und 56 des Gleichrichters 55 dienen. An die Sekundärwicklung 65 des Transformators 63 sind die Eingänge 66 einer Diodenbrücke 67 angeschlossen. Der Plusausgang 68 der Diodenbrücke 67, der den Plusausgang 68 des Gleichrichters 55 darstellt, ist mit einem

Anschluß 69 eines Widerstands 70 verbunden, dessen anderer Anschluß als Ausgangsanschluß 14 der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 dient. Der Minusausgang des Gleichrichters 55 stellt den Ausgangsanschluß 24 dar, und der Steuereingang der Einrichtung 59 dient als Eingang 25 der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15.

Eine weitere, in Fig. 4 dargestellte Ausführungsform des Impulsgenerators gemäß der Erfindung enthält als Gleichspannungsquelle eine eisenlose Drehstrombrückenschaltung 71, die aus sechs Dioden 72, 73, 74, 75 und 76 und 77 besteht. Die Anoden der Dioden 72, 73 und 74 sind an die Gerätemasse 7 angeschlossen, während die Kathoden der Dioden 75, 76 und 77 zusammengeschaltet und mit dem Eingang 4 der Baueinheit 5 zur gesteuerten oszillierenden Aufladung verbunden sind. Die Kathoden der Dioden 72, 73 und 74 sind an die Anoden der Dioden 75, 76 bzw. 77 geschaltet und an das (nicht dargestellte) Drehstromnetz angeschlossen. Zum Spannungsteiler 13 gehören ein Widerstand 78, bei dem ein Anschluß 79 am Verbindungspunkt 21 liegt, und ein Bauelement 80 zur galvanischen Trennung (im vorliegenden Fall ein Optokoppler (Diodenoptron)), bei dem ein Eingangsanschluß 81 am anderen Anschluß des Widerstands 78 und der andere Eingangsanschluß 82 an der Gerätemasse 7 liegen. An die Ausgangsanschlüsse 83 und 84 ist ein Anpassungsverstärker 85 angeschlossen, dessen Ausgang 86 mit dem Vergleichseingang 30 des Schwellenwert-Flipflops 28 verbunden ist.

Der Anschluß 34 der Referenzspannungsquelle 33

ist geerdet, weil die Gerätemasse 7 auf einem Potential liegt.

In Fig. 5 sind Zeitdiagramme zur Erläuterung des Betriebs des Speisegerätes für Impulslaser mit elektrischer Entladung dargestellt. Hierbei bedeuten:

$E_0$  die Spannung (elektromotorische Kraft, EMK) der Gleichspannungsquelle 1 und

$\frac{U_1}{K}$  den Pegel der Spannung  $U_2$ , die am Speicherkondensator 17 aufrechterhalten wird (wobei  $U_1$  die Spannung der Referenzspannungsquelle 33 und  $K$  der Übertragungsfaktor des Spannungsteilers 13 sind).

Die Kurve 87, welche die am Speicherkondensator 17 liegende Spannung darstellt, besteht aus drei Abschnitten: Aus einem Abschnitt 88, in dem sich der Speicherkondensator 17 auflädt, einem Abschnitt 89, in dem die Leckstromkompensation erfolgt, und einem Abschnitt 90, der die Entladung des Speicherkondensators 17 angibt. Im Punkt 91 des Abschnitts 88 schneidet die Gerade des Pegels  $\frac{U_1}{K}$  die Kurve 87. Die Punkte 92 und 93 sind die Ein- und Ausschaltzeitpunkte des Schwellenwert-Flipflops 28.

$U_3$  ist die durch die Kurve 94 der Impulsfolge 95 dargestellte Ausgangsspannung des Schwellenwert-Flipflops 28;

$U_4$  bezeichnet die durch die Kurve 96 der Impulsfolge 97 dargestellte Ausgangsspannung des Impulsformers 10.



Der in der Fig. 1 dargestellte Impulsgenerator für Impulslaser mit elektrischer Entladung wird im folgenden anhand von Fig. 5 näher erläutert.

Der Betrieb des Impulsgenerators wird von dem Zeitpunkt an betrachtet, in dem die Spannung am Speicherkondensator 17 gleich Null ist, und der Thyristor 36 gesperrt ist.

Von der Gleichspannungsquelle 1 mit der Spannung  $E_0$  wird der Kondensator 17 über die Baueinheit 5 zur gesteuerten oszillierenden Aufladung allmählich aufgeladen. Der Abschnitt 88 der Kondensatoraufladung in der Kurve 87 für die am Speicherkondensator 17 anliegende Spannung  $U_2$  beginnt größer zu werden. Die Spannung am Vergleichseingang 30 des Schwellenwert-Flipflops 28 wiederholt die Form der Kurve 87. Wenn die Kurve 87 den Punkt 91 erreicht, werden die Potentiale der Eingänge 30 und 31 des Schwellenwert-Flipflops 28 einander gleich. Dann steigt das Potential des Eingangs 30 weiter an, bis das Einschaltniveau des Schwellenwert-Flipflops 28 erreicht wird. In diesem Zeitpunkt erreicht die Kurve 87 den Einschaltzeitpunkt 92, das Schwellenwert-Flipflop 28 schaltet ein, und die Kurve 94 der Ausgangsspannung  $U_3$  des Schwellenwert-Flipflops 28 verläuft im gleichen Zeitpunkt steil vom niedrigsten Pegel zum höchsten Wert. Am Ausgang 27 des Impulsformers 10 erscheint ein Impuls 97 der Kurve 96 der Ausgangsspannung  $U_4$ , der zum Steuereingang 9 der Baueinheit 5 gelangt, wobei die oszillierende Aufladung des Kondensators 17 unterbrochen wird. Infolge von Leckströmen im Impulsgenerator, hauptsächlich wegen des durch den Spannungsteiler 13

fließenden Stroms, beginnt sich der Speicherkondensator 17 zu entladen, wobei die an ihm liegende Spannung  $U_2$  dem Wert  $E_0$ , dh dem unter  $\frac{U_1}{K}$  liegenden Pegel zustrebt.

Die Kurve 87 beginnt daraufhin bis zum Punkt 93 abzufallen. Das Potential am Eingang 30 des Schwellenwert-Flipflops 28 erreicht einen Wert, bei dem es ausschaltet, wobei die Ausgangsspannung  $U_3$  des Schwellenwert-Flipflops 28 sinkt, und die Kurve 94 vom höchsten zum niedrigsten Pegel abfällt. Die gesteuerte Stromquelle 15 wird über ihren Eingang 25 vom Schwellenwert-Flipflop 28 gesteuert, so daß der niedrigste Pegel der Spannungskurve 94 ( $U_3$ ) am Ausgang 27 des Schwellenwert-Flipflops 28 dem eingeschalteten Zustand der Stromquelle 15 entspricht.

Über die Ausgangsanschlüsse 14 und 24 der als Leckstrom-Kompensationsschaltung dienenden Stromquelle 15 beginnt Strom zu fließen, dessen Richtung so gewählt ist, daß er der Entladung des Speicherkondensators 17 entgegenwirkt. Dabei ist die Amplitude dieses Stroms größer als die Amplitude des zur Entladung des Speicherkondensators 17 führenden Summenleckstroms eingestellt. Die Spannung  $U_2$  am Speicherkondensator 17 beginnt daher anzusteigen. Gleichzeitig beginnt auch das Potential am Eingang 30 des Schwellenwert-Flipflops 28 anzuwachsen. Wenn dieses Potential das Einschaltniveau des Schwellenwert-Flipflops 28 erreicht, steigt die Spannung  $U_3$  wieder an, und die Kurve 94 geht vom niedrigsten Pegel zum höchsten über. Der die Ausgangsanschlüsse 14 und 24 der Stromquelle 15 durchfließende Strom wird gleich Null. Anschließend

beginnt sich der Speicherkondensator 17 infolge von Leckströmen wieder zu entladen, wobei die Kurve 94 der Spannung  $U_3$ , wie beschrieben, vom höchsten Pegel zum niedrigsten abfällt, und die Spannung  $U_2$  am Speicherkondensator 17 wieder anzusteigen beginnt, während die Kurve 87 der Spannung  $U_2$  im Abschnitt 89 bis zum nächsten Punkt 92 ansteigt.

Wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, schwingt diese Spannung  $U_2$  um das Niveau  $\frac{U_1}{K}$ , dh den Abschnitt 89 der Kurve 87. Die Amplitude ihrer Schwingungen, die in der Hauptsache durch die Hysterese des Schwellenwert-Flipflops 28 bestimmt wird, ist nicht groß und für die vorgesehene Anwendung des Impulsgenerators vollkommen zulässig. Der beschriebene Vorgang der Leckstromkompensation dauert bis zum nächsten Einschalten des Thyristors 36, dh bis zum Abschnitt 90 der Kurve 87 der Spannung  $U_2$ , der die Entladung des Speicherkondensators 17 darstellt. Seine Entladung erfolgt über die Primärwicklung 19 des Impulsübertragers 20, während an seiner Sekundärwicklung 39 der Ausgangsimpuls mit stabilisierter Amplitude entsteht, welcher der Last, dh dem Impulslaser 40 mit elektrischer Entladung, zugeführt wird.

Bei der Regelung der Spannung  $U_1$  ändert sich, wie bekannt, auch die Spannung  $U_2$  in den Grenzen  $E_0 < U_2 < 2E_0$ , wobei sich proportional auch die Amplitude der Ausgangsimpulse ändert. Gleichzeitig ist jedoch auch ersichtlich, daß bei beliebigen Werten von  $U_2$  eine genaue Kompensation der Leckströme gewährleistet wird.

Zu beachten ist, daß während der Aufladung des Speicherkondensators 17 (vgl. den Abschnitt 88 der Kurve 87) die Ausgangsspannung  $U_3$  des Schwellenwert-Flipflops 28 den niedrigsten Pegel aufweist, dh die Ausgangsanschlüsse 14 und 24 der Stromquelle 15 Strom führen. Dieser Strom hat jedoch dann einen niedrigen Wert und übt keinen Einfluß auf den Vorgang der oszillierenden Aufladung aus. Zu bemerken ist auch, daß der Impulsformer 10 die Impulse 97 der Spannung  $U_4$  (Kurve 96) am Eingang 9 der Baueinheit 5 bei jedem Anstieg der Spannung  $U_3$  erzeugt. Für die Regelung der Ausgangsimpulsamplitude ist aber nur der erste Impuls 97 wichtig, der unmittelbar nach dem Vorgang der oszillierenden Aufladung folgt, da die folgenden Impulse den Betrieb des Impulsgenerators nicht beeinflussen.

Die zwei letztgenannten Gegebenheiten ermöglichen gerade die Kompensation des Leckstroms des Speicherkondensators 17.

Der in Fig. 2 dargestellte Impulsgenerator arbeitet, wie aus Fig. 5 hervorgeht, wie folgt:

In der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 wird die Spannung der Kompensations-Gleichspannungsquelle 41 größer als  $2E_0$  eingestellt, und der Wert des Widerstands 48 wird so gewählt, daß er einen Strom ergibt, der größer ist als der die Entladung des Speicherkondensators 17 bewirkende Summenleckstrom. Der Betrieb des Schalters 44 wird so gesteuert, daß der niedrigste Pegel der Spannung  $U_3$  am Ausgang 27 des Schwellenwert-Flipflops 28 dem

gesperrten Zustand des Schalters 44 und der höchste Pegel dem offenen Zustand entsprechen. Bei gesperrtem Schalter 44 beginnt der Speicherkondensator 17 sich von der Spannungsquelle 41 aufzuladen und entlädt sich bei geschlossenem Schalter 44 über den Leckstrom. Im übrigen arbeitet der Impulsgenerator von Fig. 2 ähnlich wie der oben beschriebene.

Der in Fig. 3 dargestellte Impulsgenerator arbeitet, wie aus Fig. 5 hervorgeht, wie folgt:

Wenn am Ausgang 27 des Schwellenwert-Flipflops 28 in der Leckstrom-Kompensationsschaltung 15 der niedrigste Pegel der Spannung  $U_3$  liegt, erzeugt die Einrichtung 59 zur Impulsauslösung Impulse, deren Frequenz viel größer als die Frequenz der Kompensations-Wechselspannungsquelle 49 ist. Diese Impulse werden dem Steuereingang 62 des Symistors 52 zugeführt. Der Symistor 52 wird geöffnet und verbindet die Kompensations-Wechselspannungsquelle 49 mit den Eingängen 54, 56 des Gleichrichters 55. Über die Eingänge 54, 56 gelangen diese Impulse zur Primärwicklung 64 des Transformators 63. Gleichzeitig bewirkt die Einrichtung 59 die galvanische Trennung der Wechselstromkreise des Symistors 52 von den Schwachstromkreisen des gesamten Impulsgenerators. Die Spannung der Sekundärwicklung 65 des Transformators 63 liegt an den Eingängen 66 der Diodenbrücke 67. Der gleichgerichtete Strom durchfließt den Widerstand 70 und bewirkt die Aufladung des Speicherkondensators 17. Wenn das Übersetzungsverhältnis des Transformators 63 so gewählt ist, daß die Spannungsamplitude an seiner Sekundärwicklung 65 größer als  $2E_0$  ist, und der Widerstand 70 so bemessen ist,

daß der ihn durchfließende Strom größer als der zur Entladung des Speicherkondensators 17 führende Summenleckstrom ist, so beginnt die Spannung an ihm anzusteigen. Wenn am Ausgang 27 des Schwellenwert-Flipflops 28 der hohe Pegel der Spannung  $U_3$  (Kurve 94) liegt, wird die Erzeugung von Impulsen durch die Einrichtung 59 unterbrochen, wobei der Symistor 52 gesperrt wird und dadurch die Spannungsquelle 49 von der Primärwicklung 64 des Transformators 63 trennt. Die Spannung an der Sekundärwicklung 65 des Transformators 63 wird dadurch gleich Null. Die am Speicherkondensator 17 liegende Spannung  $U_2$  beginnt infolge von Leckströmen wieder zu sinken. Der Vorgang der Leckstromkompensation wiederholt sich daraufhin wieder, wobei der Impulsgenerator wie oben beschrieben arbeitet.

Der in Fig. 4 dargestellte Impulsgenerator arbeitet, wie aus Fig. 5 hervorgeht, folgendermaßen:

Vom Drehstromnetz wird die Spannung dem Eingang der eisenlosen Drehstrombrückenschaltung 71 zugeführt. Die mit den Dioden 72, 73, 74, 75, 76 und 77 gleichgerichtete Spannung wird zusätzlich vom Pufferkondensator 2 geglättet und dem Eingang 4 der Baueinheit 5 zur Steuerung der oszillierenden Aufladung zugeführt. Wie beschrieben, gelangt diese Spannung vom Ausgang 11 der Baueinheit 5 zum Speicherkondensator 17 und zum Anschluß 79 des Widerstands 78 im Spannungsteiler 13. Im Spannungsteiler 13 fließt durch die Eingangsanschlüsse 81, 82 des Optokopplers 80 ein Strom, dessen Stärke durch den Wert des Widerstands 78 bestimmt wird. Durch die Ausgangsanschlüsse 83, 84 des Optokopplers 80 fließt ein Strom, der zum Anpassungsverstärker 85 gelangt.

Gleichzeitig bewirkt der Optokoppler 80 die galvanische Trennung der auf einem Potential liegenden Gerätemasse 7 von den Schwachstromkreisen des Impuls-  
generators. Der Verstärker 85 bringt die Ausgangskennwerte des Optokopplers 80 mit den Eingangskennwerten des Schwellenwert-Flipflops 28 in Übereinstimmung und bestimmt den erforderlichen Spannungs-  
Übertragungsfaktor  $K$  des Spannungsteilers 13. Im übrigen arbeitet der Impulsgenerator ähnlich wie oben beschrieben.

Die Verwendung der eisenlosen Drehstrombrückenschaltung 71 führt erfindungsgemäß zu einer Verringerung des Gewichts und der Abmessungen des gesamten Impuls-  
generators.

Die Erfindung ermöglicht eine Regelung der Ausgangsimpulsamplitude des Impuls-  
generators durch einfache Änderung der Größe der Referenzspannung  $U_1$ , wobei der Impuls-  
generator von einem Computer steuerbar ist.

35 00 182

Nummer:

Int. Cl.4:

Anmeldetag:

Offenlegungstag:

35 00 182

H 03 K 3/53

4. Januar 1985

10. Juli 1986

- 27 -

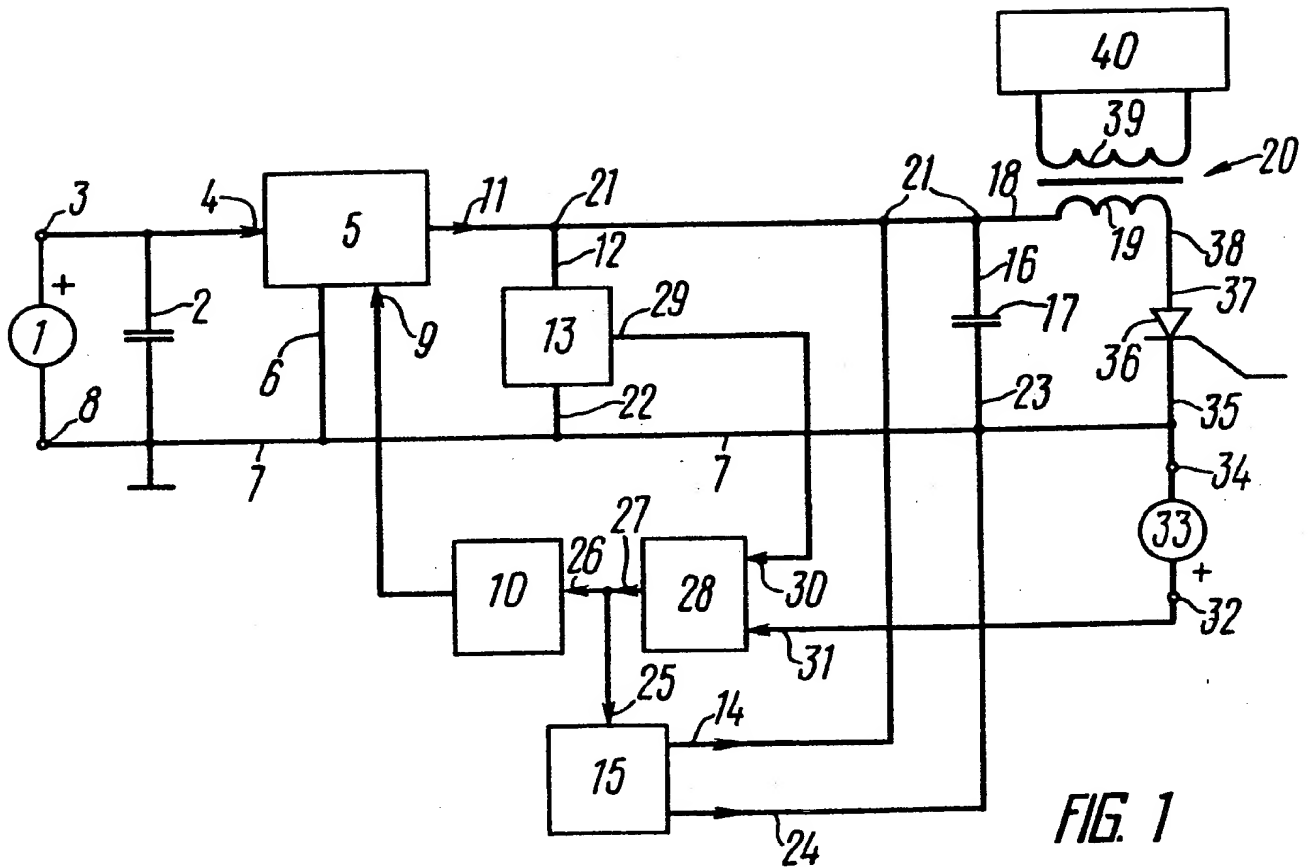


FIG. 1



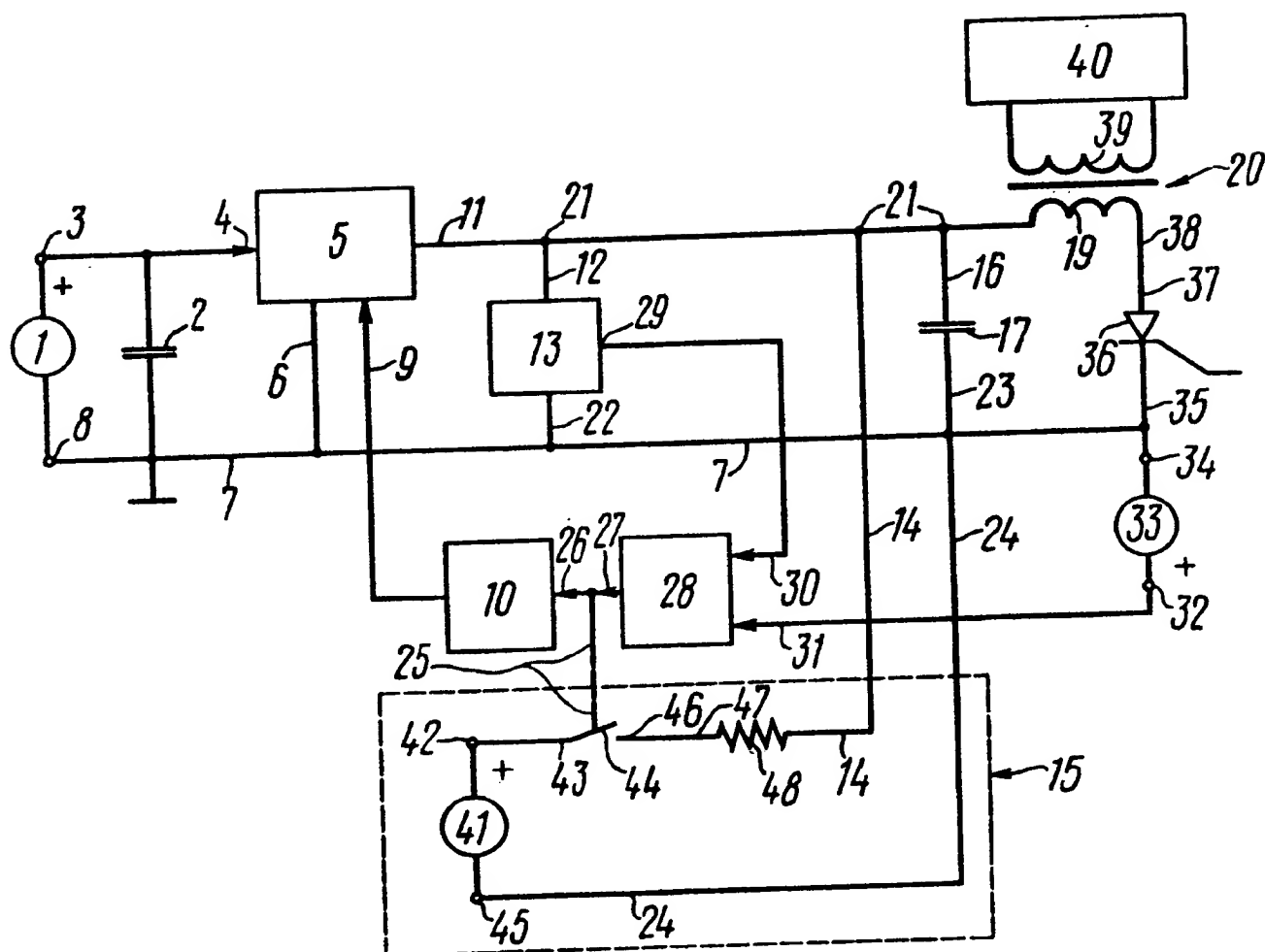


FIG. 2





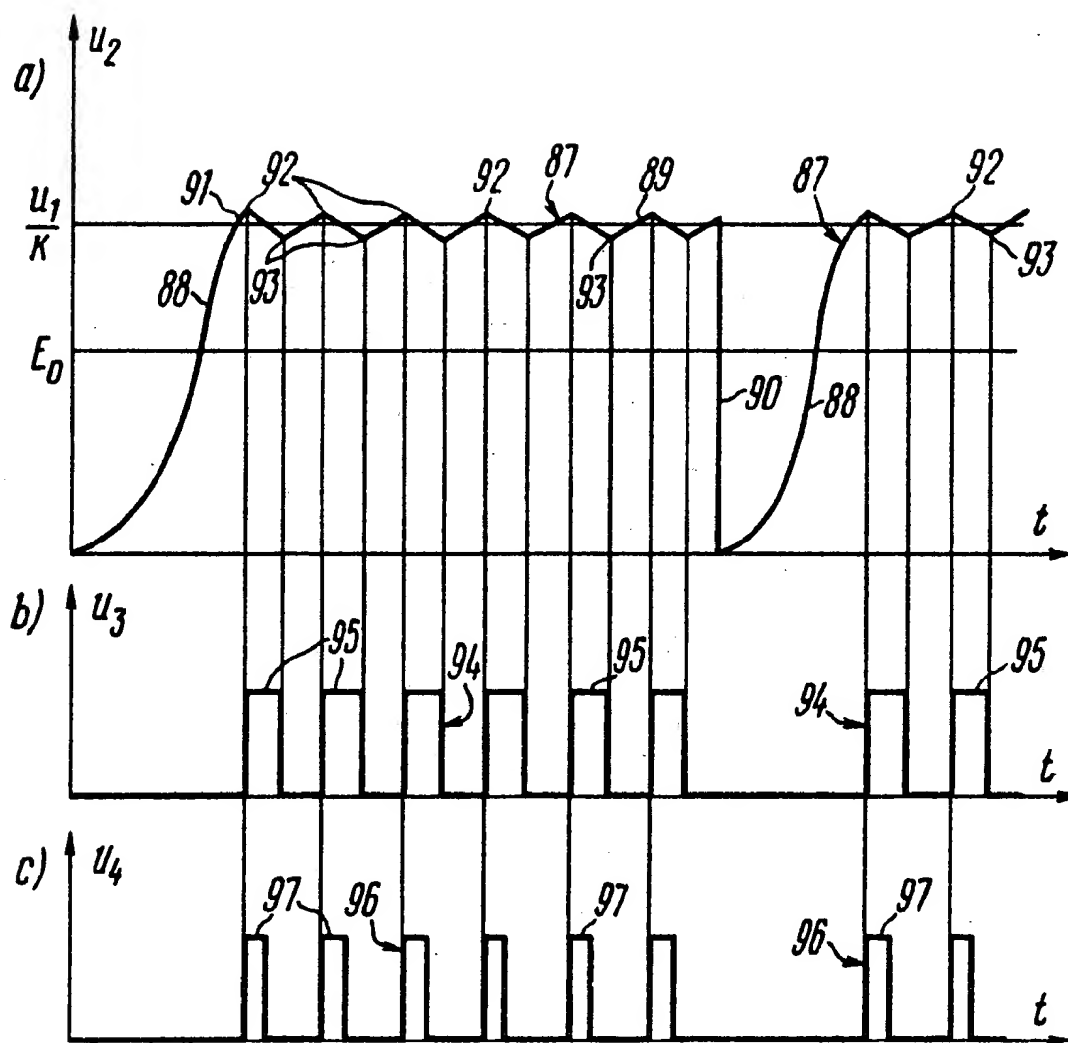


FIG. 5